AA-230ZOOM

アンテナ・ケーブル
アナライザー

RigExpert®

取扱説明書

目　次

概　要

　RigExpert　AA-230　ZOOMアンテナ・ケーブル　アナライザーを御買い上げ頂きまして有難うございます。弊社は当機を平易な使い勝手ながら優れた機能を発揮するアナライザーに仕上げました。

当機は、１００KHｚから２３０MHｚの周波数範囲でアンテナ及びケーブルのリターンロス、SWR、ケーブルロスなどを測定する為に設計されています。搭載のZOOM機能はチャートの拡大縮小に活用頂けます。また、搭載のTDR(時間領域反射計) は給電線の不良個所を正確に特定できます。

当機により、次の項目の答を短時間で簡単に得られるでしょう。

- 迅速なアンテナチェック
- アンテナ共振点の追込み調整
- 雨とか台風など大きな環境変化の前後でのアンテナ特性比較
- 同軸スタブ製作とそのパラメータ測定
- ケーブルテストと不良位置の特定、ケーブルロスとインピーダンスの測定
- キャパシタンスとインダクタンスの測定

1. アンテナコネクター
2.カラーLCD
3. キーパッド
4. USBコネクター

AA-230 ZOOM の使い方

はじめに

　４本の単四アルカリ電池またはニッケル水素電池を、極性に注意してアナライザーのバッテリーケースに入れてください。
又USB ケーブルでPCのUSB端子からアナライザーに電源を供給出来ます。

キーパッド右下の ⏻ (Power) キーを押すと電源が入ります。起動時のメッセージ(ファームのバージョンとアナライザーのシリアル番号) が表示され、その後にメインメニューが表示されます。

アナライザーの電源を切り忘れも、20分ほどで自動的に切断されます。

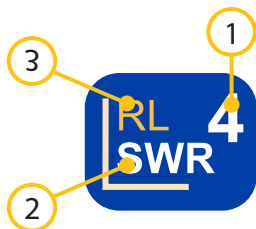
メイン メニュー

　メインメニューで目的の測定項目を選択します。▲ (Cursor up) と ▼ (Cursor down) でスクロールして目的の項目を選択して ✓ (OK) キーを押して決定します。バッテリーの状態は画面左上のアイコンで表示されます。USB電源を使っている場合は電池アイコンの代わりにUSBアイコンが表示されます。

　素早く目的の項目を選択するには、キーパッド上の各キーを使います。
例えば、 4 (SWR chart) を押すとSWR測定用の画面が表示されます。

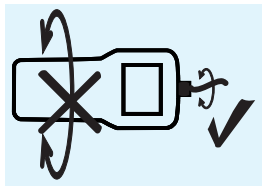
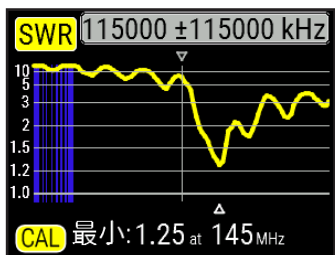
多機能キー

　キーパッド上の殆どのキーは複数の機能を備えています。

例えば、右図の(1)は周波数と他の数値入力に使います。(2)は主機能で目的とする測定モードに素早く移れます。オレンジ色の機能 (3) を使いたい時は F (Functional) との二重押しをします。

1 (Help) キーを押すとそのモードでのキー機能詳細が表示されます。

アンテナ接続

　アンテナ側とアナライザー側のN型端子の両者を正対させ、優しく丁寧に接続ください。捻じったり、こじったり乱暴に取扱うと接触不良になります。

ご注意：粗雑な接続でN型コネクターまたはアナライザー内部に損傷を与えることがあります。

SWR チャート

　アンテナをアナライザーに接続して、4 (SWR chart) キーを押すと左図の様なSWR測定画面が現れます。ここで ✓ (OK) キーを押して暫く待つと結果がグラフとして表示されます。

繰返し連続測定には F と ✓ キーを二重押しします。

チャート下側の小さな△印は、SWR最小点（所謂ボトム）です。

チャートの ZOOM

　周波数中心の増減、及び周波数範囲の拡大縮小には矢印キーを使います。縦軸目盛(スケール) の変更は、 F (Functional key) と △ (Cursor up) または ▽ (Cursor down) キーを組合せて行います。

測定開始には毎回 ✓ (OK) キーを押すのを忘れないでください！

データ画面

全てのチャートモードでデータ画面を表示できます。 0 (Data) キーを 押すと、測定対象のカーソル位置のパラメータを表示します。

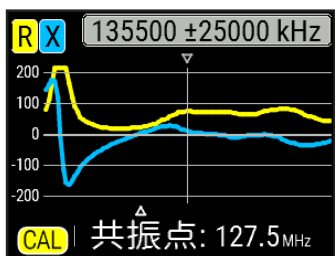
周波数の中心と幅の入力

周波数スイープの中心と幅を入力するには、 3 (Frequency, Range) キーを押します。

矢印キーと数字キーの 0 ～ 9 を使って希望のスイープ範囲を設定し、 (OK) キーを押し決定します。

F (Functional) を押した状態で (Up) または (Down) キーを押すと簡単にアマチュアバンドに設定できます。

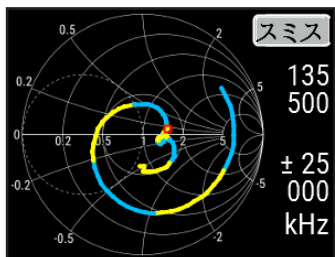
リターンロス チャート

SWRチャートに似ている、リターンロス(RL)チャートを表示するには、メインメニューで F (先押し) と 4 (RL chart) の二重押しをします。

R,X チャート

メインメニューで 5 (R,X chart) キーを押して R,X チャートモードにします。

リアクタンス(X)の正値は、測定対象が誘導性 (L)であり、負値は測定対象が容量性 (C)です。

チャートはR/Xが直列または並列のどちらのモデルでも表示できます。F と 1 を押す毎に直列/並列のモードが反転します。

チャート下側の小さな△印は、中心周波数に最も近いSWR最小点 (所謂ボトム) です。

スミスチャート

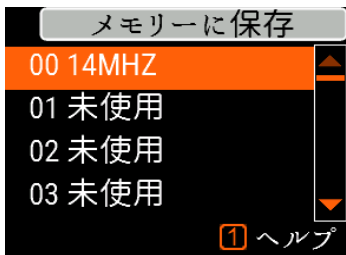
2 (Smith chart) キーを押すと、スミスチャート上に反射係数がグラフで表示されます。

有効キーの一覧は 1 (Help)キーを押すと表示されます。

小さなマーカーが右上の周波数に相当します。

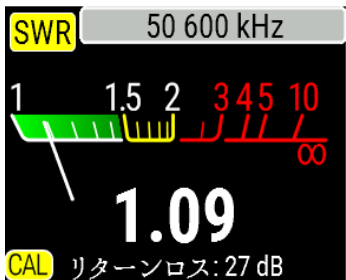
メモリー操作

　チャートをメモリーに保存するには 6 (Save) キーを押します。メモリー数は１００スロットあります。

メモリーに保存したデータを呼出すには、 9 (Load)キーを押して希望のスロット番号を選択して、 ✓ (OK)キーを押します。

メモリー名を変更するには、 F （先に押したまま）と 9 (Edit) を二重押しします。

SWR モード

　単一周波数でSWRを測定するには、 7 (SWR) キーを押します。

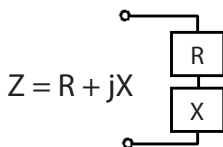
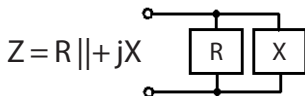
測定開始・停止するには、 ✓ (OK) キーを押します。周波数変更は、 ◀ (Left) または ▶ (Right) キーで行うか、 3 (Frequency) キーを押して新しい周波数を入力します。

SWRを測定中は、画面左上隅のSWR アイコンが点滅します。

全パラメータ

アンテナなど負荷の全パラメータを一画面に表示するには **8** (All) キーを押します。

マイナス符号の L 又は Cに惑わされない様にして下さい。

負荷インピーダンスを並列または直列等価回路で表わす場合のR,L,Cが表示されます。

- 直列モデルでは、インピーダンスは抵抗とリアクタンスが直列接続モデルと数式で取扱われます。

- 並列モデルでは、インピーダンスは抵抗とリアクタンスの並列接続モデルと数式で取扱われます。

5周波SWRモード

F と 7 (Multi) キーの二重押しで５周波SWRモードの画面（右図）になります。このモードはマルチバンドアンテナの調整で効果を発揮します。

５周波SWR		
3550	kHz	1.51
7150	kHz	1.39
14150	kHz	1.36
21100	kHz	1.24
28120	kHz	1.98

1 ヘルプ

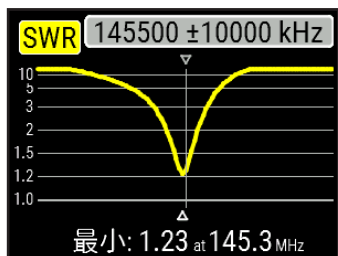
▲ (Up) か ▼ (Down) キーで調整対象の周波数を選択して、3 (Frequency) キーで希望の周波数を入力します。✓ (OK) キーで変更を決定します。

アンテナ

アンテナ検査

　アンテナを送受信機に繋ぐ前にアンテナを検査する事をお勧めします。アンテナ検査にはSWR　チャート モードが最適です。

左の上図はモービル用VHFアンテナの　SWR　チャートです。実際の運用周波数145.5　MHzでのSWRは約1.25で運用可能範囲です。

左の下図は別のモービル用ホイップアンテナのSWRチャートです。共振周波数は146.7MHz付近で、運用周波数の145.5　MHzのSWRは2.7と許容できない値となっているのが分かる。

アンテナ調整

アンテナの共振周波数が希望値から外れている場合は、アナライザーにより簡単に調整できます。ダイポールのように単純なアンテナでは、実際の共振周波数と希望の周波数がわかれば物理的な寸法を合わせ込めます。

複数の要素（コイル、フィルターなどを含む）アンテナでは各々の要素を調整しなくてはならないので上の方法では問題を解決できません。その場合は、SWR単周波、全パラメータ、スミスチャートの各モードを活用しアンテナの各要素を変化させた時の結果を注意深く観察して下さい。

マルチバンドアンテナには、 5周波SWR モードを使います。1つの調整要素（キャパシター、コイル、アンテナの寸法の微調整）を変えると、異なる5周波数で如何にSWRに影響するかを簡単に見られます。

同軸ケーブル

開放端と短絡端ケーブル

- 同一ケーブルの端を開放（上図）・短落（下図）した場合のR と X のグラフです。Xがゼロになる点が共振周波数です。
- 開放端では共振周波数は左から右へ1/4、 3/4、 5/4波長、・・・・になります。
- 短絡端では共振周波数は左から右へ1/2、 1、 3/2波長・・・・となります。

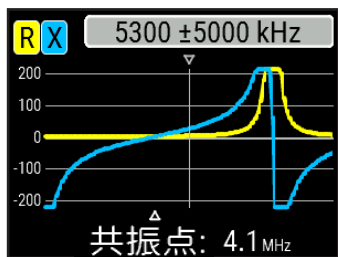
ケーブル長の測定

ケーブルの共振周波数はケーブル長と速度係数に依存します。

ケーブルの速度係数は真空中の電波伝播速度に比べてケーブル中の伝播がどの位に遅くなるかという特性を示す係数です。真空中の電波あるいは光の速度は電磁波定数、C=299,792,458 m/secとしてよく知られています。

ケーブルのタイプによって速度係数は異なります。例えば、RG-58 の係数は 0.66. このパラメータは製造工程とケーブル素材によって変わるということにご注意ください。

物理的なケーブル長を計測するには；

1、R,X チャート上に共振周波数を表示する。

例：開放端RG-58ケーブルの1/4波長の共振周波数は4,100 kHz

2、特定ケーブルの電磁定数と速度係数を知り、ケーブル中の電磁波の進行速度を求めます。

299,792,458X0.66 = 197,863,022 m/s

3、上記の速度を共振周波数（Hｚ）で割りケーブル長を計算し、その結果にその共振周波数の位置に対応する数値(1/4, 1/2, 3/4, 1, 5/4など)を掛けます。

197,863,022 /4,100,000 ×(1/4) = 12.06 m

速度係数の測定

共振周波数とケーブル長が判れば、速度係数は簡単に計算できます。

1、前述の方法で共振周波数を見つけます。

例：5 m長の開放端ケーブルで1/4λにおける共振周波数は9400 kHzです。

2、ケーブル中の電磁波の伝播速度を求めます。ケーブル長を1/4, 1/2, 3/4, etc. (共振周波数の位置による)で割り、その周波数（Hz）を掛ける。

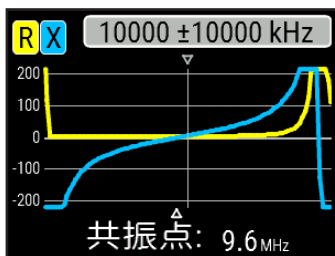
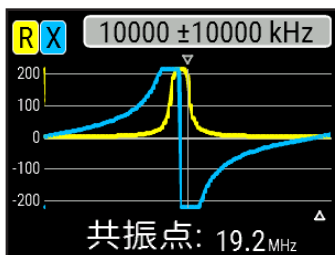
5 / (1/4) × 9,400,000 = 188,000,000 m/S

3、最後に速度係数を求めます。上の速度を電磁定数で割るだけです。

188,000,000 / 299,792,458 = 0.63

ケーブルの欠陥位置

　ケーブルの欠陥位置（不良個所）を見つけるには、ケーブル長計測と同じ手法が使えます。リアクタンス成分（X）がゼロ付近になる周波数での振る舞いに注目します。

- X が -∞ から 0に変化する場合は、ケーブルは開放端です。

- X が 0 から +∞に変化する場合は、ケーブルは短絡端です。

1/4λ・1/2λほかの同軸スタブ製作

　同軸ケーブルはバラン、伝送路トランス、あるいは遅延線としてしばしば用いられます。

例：28.2 MHz用λ/4スタブ、RG-58ケーブル (速度係数：0.66)

予め決められた電気長のスタブを製作する。

1、ケーブル長の計算
電磁定数を目的の周波数（Hz）で割り、その結果にケーブルの速度係を掛けてから、希望する比（対λ比)を掛けます。

299,792,458 / 28,200,000 × 0.66 × (1/4) = 1.75 m

2、上で求めた長さより若干長めのケーブルを切って、アナライザーに繋ぎます。λ/4、3λ/4などのスタブでは、ケーブルは開放端でなければなりません。また、λ/2、3λ/2などのスタブでは短絡端でなければなりません。

長さが1.85 m (余裕： 10 cm)の開放端ケーブル

3、アナライザーを全項目表示モードに切り替えます。周波数をスタブ設計値に合わせます。

28,200 kHz

4、先の方から少しずつ(余裕長の1/10 ～1/5) 切って行き、リアクタンス X 成分がゼロ（又は符号が変化）になるまで続けます。切ったら再測定することを忘れないようにして下さい。

11 cm 切断

インピーダンスの測定

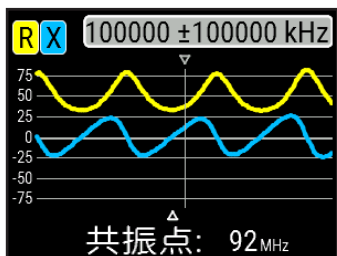
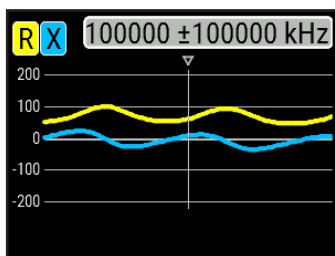
　同軸ケーブルの主要パラメータの一つがインピーダンスです。普通、製造会社はケーブル表面に特性を印刷していますが、ある特定の条件では正確なインピーダンス特性が把握できないのが一般的です。

ケーブルのインピーダンス特性を測るには；

1、無誘導抵抗をケーブル端に接続します。抵抗値はさほど重要ではありませんが、50Ωまたは100Ωの抵抗をお使いになることをお勧めします。

2、R,Xチャートモードにして、十分に大きな周波数範囲（例えば、0～50MHz）で測定します。

例1：50Ωケーブルを75Ωで終端

例2：特性不明ケーブルを50Ωで終端

例1
50Ωケーブル

例2
特性不明ケーブル

3、表示範囲を変え更にスキャンを行い、R が最大と最小になる周波数をそれぞれ見つけます。それぞれの周波数で X がゼロクロスします。

例1：30.00MHz – 最小
60.00 MHz – 最大
例2：41.00 MHz – 最大
88.40 MHz – 最小

4、 0 (Data) キーを押してデータ画面にします。前述の周波数におけるRの値を読取ります。

例1：33.0 Ω – 最小
78.5 Ω – 最大
例2：99.2 Ω – 最大
53.4 Ω – 最小

5、最大値と最小値の積の平方根を求めます。

例1：√33.0X78.5 = 50.7 Ω
例2： √99.2X53.4 = 72.8 Ω

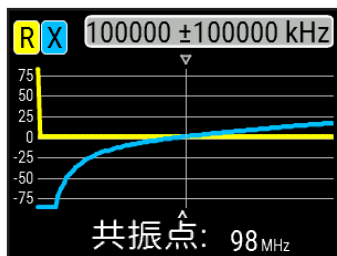
高周波素子の測定

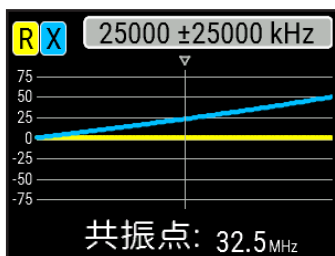
　RigExpert AA-230 ZOOM はアンテナおよび給電線路を対象に設計されているのだが、他のRF素子のパラメータの測定にも問題なく使えます。

キャパシタンスとインダクタンス

　アテナアナライザーは数pFから約1μFまでのコンデンサーおよび数nHから約100μHまでのインダクターを測定できます。コイルとコンデンサーの測定はRigExpertアナライザーの主用途ではありませんので、測定のコツを掴む必要があります。

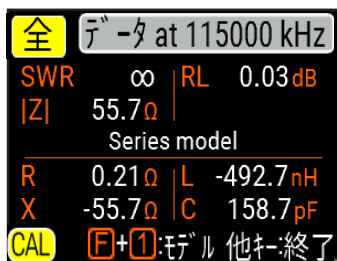
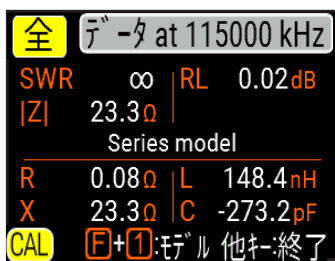
コンデンサーまたはインダクターはRFコネクターにできるだけ近くで接続して測るようにして下さい。

1、R,Xチャートモードにして十分に大きな周波数範囲（下図参照）でスキャンします。

例1：

不明コンデンサー

例2：

不明インダクター

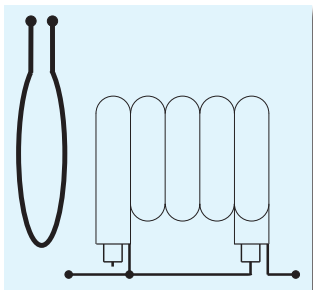
2、左右の矢印キーで周波数を　キャパシターの場合X が -25～-100 Ωの範囲で、インダクターの場合はX が 25～100 Ωの範囲でスクロールします。必要に応じてスキャン範囲を変えて再試行します。

3、 0 キーを押してデータ画面にして、コンデンサーまたはコイルの値を読み取ります。

例1
不明コンデンサー

例2
不明コイル

トランス

　アナライザーはRFトランスの検査用途にも使えます。1：1トランスでは2次側に50Ωの抵抗を接続して、SWRチャート、R,Xチャート、スミスチャートの何れかのモードでトランスの周波数特性をチェックします。1：1トランス以外では抵抗値を変えて同様に測定します。

トラップ

マルチバンド・アンテナに使われているトラップは普通L-Cの共振回路です。1ターン・コイルによりトラップの共振周波数を測定できます。

例：TVケーブルで作製した直径６０mm、５回巻の同軸トラップを測定

１ターン・コイルをアナライザーのアンテナ端子に接続し、測定対象のトラップから数cmの距離に近づけて、SWRグラフ　モードで測定した結果が下図です。トラップの共振周波数の17.4　MHz　に明らかなディップがあります。

補足 1
仕　様

周波数範囲:　0.1 ～ 230 MHz

周波数入力:1 kHz ステップ

特性インピーダ
ス:25/50/75/100Ω

SWR表示範囲:

数値表示　1 ～ 10

チャート表示　1 ～ 10

R ,X 表示範囲:

数値表示　1 ～ 10KΩ

チャート表示　1 ～ 1KΩ

画面表示
- SWR =単周波または5周波
- 単周波SWR/RL/R/X/Z/L/C
- SWR チャート= 100 ～ 500 点
- R, X チャート= 100 ～ 500 点
- スミスチャート=100 ～ 500点
- リターンロス=100 ～ 500点
- TDR チャート（時間軸反射計）
- ケーブル=ロス及び特性インピーダンス

開放-短絡-負荷法による校正

RF 出力
- 端子形状　N
- 出力波形　方形波
- 出力電力　-10 dBm /50 Ω

電源
- 単四アルカリ電池 x 4本
- 単四ニッケル水素電池 x 4本
- 連続計測時間　最大4時間、
- 連続アイドリング時間　最大2日
- USB電源

インターフェイス
- 290×220 カラーTFT 画面
- 6x3 キーパッド
- 多言語メニューとヘルプ
- PCとUSB 接続可能
- 外形寸法　82 × 182 × 32 mm

環境温度　0 ～ 40 ℃

質量　265 g （電池込み）

保証　購入日より2年

RigExpert AA-230 ZOOM は
ウクライナ製です。

補足 2
注意事項

雷とか静電気で死に至ることがあるので、雷が接近の場合は、絶対にアナライザーをアンテナに繋がないで下さい。

落雷（直接雷・誘導雷）とか近接送信によりアナライザーが破壊される恐れがあるので、使用後は必ずアナライザーをアンテナから外して下さい。

直流電源または送信機出力をアナライザーに加えないでください。送信中のアンテナに隣接するアンテナにアナライザーを接続しないでください。

アナライザーに同軸ケーブルを接続する際の静電気ショックを回避するために、接続する前に同軸ケーブルの芯線と外被を接地してください。

お使いにならない時は、アナライザーを動作させたまま、測定モードで放置しないでください。近辺の受信機に妨害を与える可能性があります。

PCと一緒に使う場合は、最初に測定対象のアンテナをアナライザーに接続してから、アナライザーをPCのUSBポートに接続します。こうすることで静電放電による障害からアナライザーを防御します。デスクトップPCのシャーシは必ず大地アースをして下さい。

補足 3
ツールメニュー

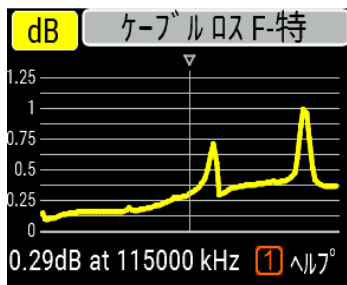
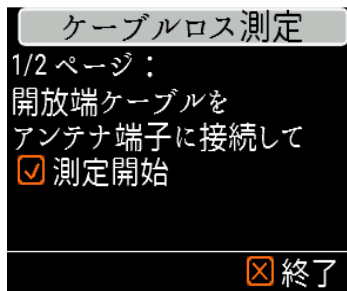
ツールメニューを呼出すには、 F と 8 キーを二重押しします。

ケーブルロス

ケーブルロスの測定は、開放端の同軸ケーブルをアナライザーのアンテナ端子に接続して、 (OK) キーを押して測定を開始します。

次にケーブル端を短絡して、 (OK) キーを押して測定を続けます。

測定が終わると、ケーブルロスの周波数特性チャート（右図）が表示されます。 (Left) または (Right) キーで周波数を変えると、その周波数に対応するケーブルロスの値が画面左下にデシベル表示されます。

1 (Help)キーを押すと各キーに割振られた機能一覧が表示されます。

ケーブル
インピーダンス

ケーブルインピーダンスの測定は、大よそ50ｃm長の開放端ケーブルをアンテナ端子に接続して (OK)キーを押します。

測定が終わったら、ケーブル端を短絡して (OK) キーを押します。

インピーダンス一周波数特性カーブが滑らかでないので、 (Left) または (Right) キーでチャートの平坦部に周波数を合わせて下さい。測定結果は画面の左下に表示されます。

F と (Up) または F と (Down) キーの二重押しで縦軸の目盛を変えられます。

自己診断

AA-230 ZOOM は自己診断ソフトを搭載しています。必要に応じてアナライザーの動作をチェックします。

AA-230 ZOOMのアンテナ端子に何も繋がない状態で ☑ (OK) キーを押して、最初の診断である検出器テストを行います。

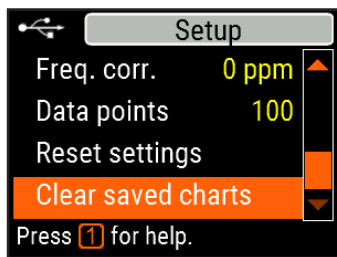
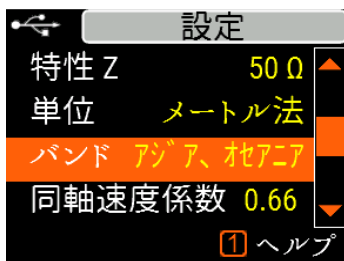
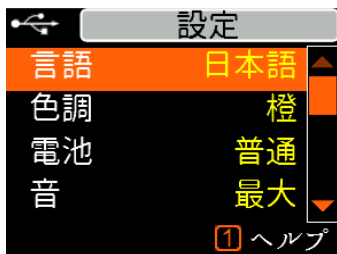
正常であれば、“合格”が表示されます。

２番目のテストは内蔵フィルターテストです。３番目はアンテナ端子に負荷抵抗５０Ωを接続して、２番目と同じテストを行います。

自己診断
1/3頁：検出器テスト
テストを開始する前に
ケーブル,アダプターの類を
アナライザーから外して
☑ テスト開始
☒ 終了

自己診断
検出器テスト 合格
次のテストを行うには
☑ キーを押します
☒ 終了

自己診断
3/3頁：負荷テスト
50 Ωのダミーロードを直接
アナライザーに繋ぎます
☑ テスト開始
☒ 終了

補足 4
設定メニュー

設定メニューへ移行するには、F と 1 キーを二重押しします。

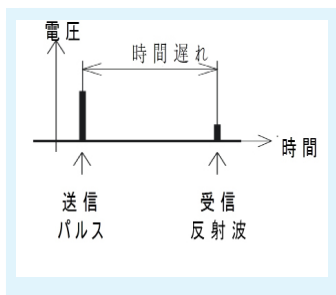
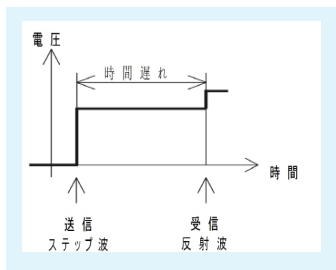
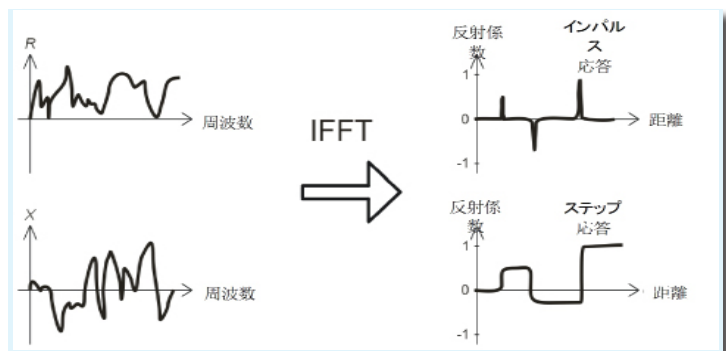
次の項目が設定メニューに網羅されています。

- 言語 – 希望言語の選択
- パレット – 画面色調の選択
- バッテリー – 電源種類の選択
- サウンド – 音量の設定
- 基準Z – インピーダンスを 25, 50, 75, 100Ωの中から選択
- 単位 – メトリックかフート・ポンドの選択
- バンド – 該当地域を選択
- 速度係数 – TDRモードでは実物のケーブル速度係数を使う
- 周波数補正 – アナライザーの発振周波数の校正
- データ数 – チャートを構成するデータの数を入力
- リセット – 工場出荷状態に戻す
- チャートの消去 – 保存済メモリーチャートデータの全消去

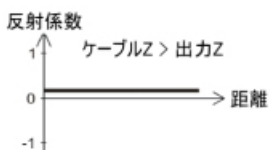
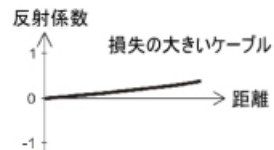
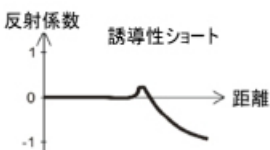
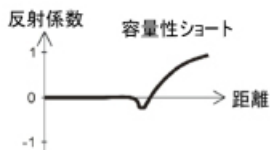
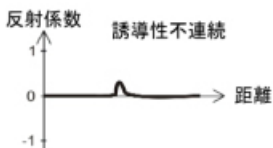
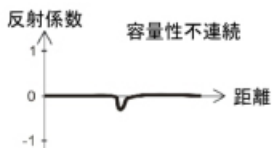
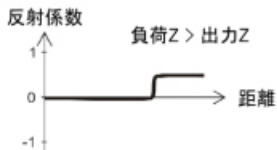
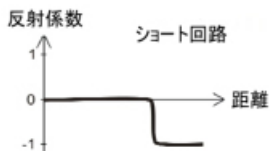
補足 5
TDR モード

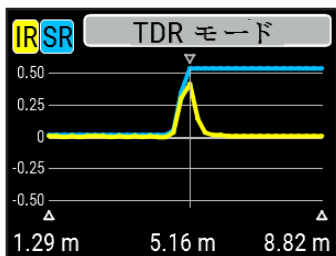
理　論

TDRメータは伝送路（ケーブル）の不具合個所を特定するのに使われる電子計測器です。

短い幅のパルス信号を伝送ラインに送り込むと反射されたパルスが観測できます。その2つのパルスの遅延時間、光の速度およびケーブル速度係数が判ればDTF（不具合個所までの距離）は計算できます。反射されたパルスの振幅と波形から不具合の種類を想定できます。

短いパルスの代わりに、ステップ波形を使っても構わない。

市販の多くの反射メータと違って、RigExpert AA-230 ZOOM はケーブルにパルスを送り込まない技術が使われています。最初に R と X (インピーダンスの実数部と虚数部)が全周波数領域 (～230MHz) で計測されます。次に、そのデータにIFFT (逆FFT)を適用し、最終的にインパルス応答とステップ応答を算出します。

グラフの縦軸は反射係数を表します。 -1は短絡を、 0 はインピーダンス整合(ZLoad=Z0)を、 +1は開放を意味します。 ケーブルの速度係数が判れば横軸は長さの単位で表せます。これ等のグラフ上に単一個所あるいは複数個所の不連続点を表示できます。インパルス応答グラフは距離計測に向いており、ステップ応答グラフは不具合の原因究明に役立ちます。

次ページの代表的なステップ応答グラフ例を参照ください。

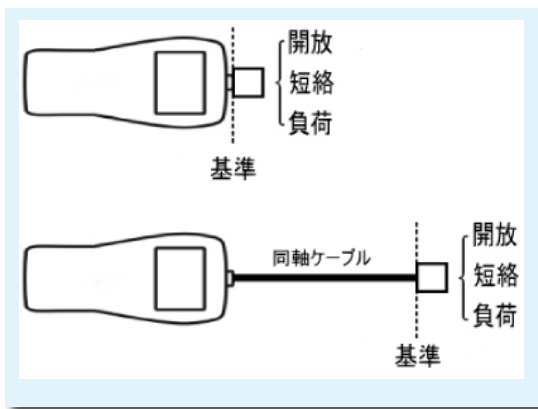
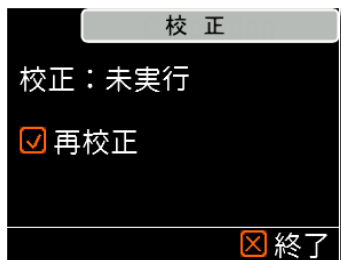
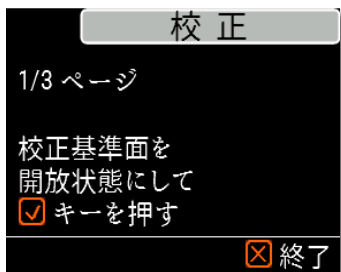
反射係数
オープン回路
1
0
-1
距離
反射係数
ショート回路
1
0
-1
距離
反射係数
負荷Z > 出力Z
1
0
-1
距離
反射係数
負荷Z < 出力Z
1
0
-1
距離
反射係数
容量性不連続
1
0
-1
距離
反射係数
誘導性不連続
1
0
-1
距離
反射係数
容量性ショート
1
0
-1
距離
反射係数
誘導性ショート
1
0
-1
距離
反射係数
損失の大きいケーブル
1
0
-1
距離
反射係数
ケーブルZ > 出力Z
1
0
-1
距離

実　測

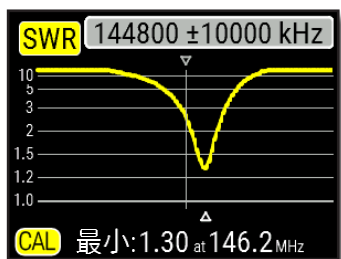
F と 5 (TDR) を押すと、下図のインパルス応答 (IR)とステップ応答(SR)の画面になります。

基準インピーダンス、同軸ケーブルの速度係数および単位 (mまたはft)の変更は設定メニューで行えます。ケーブル端にアンテナを繋いでも繋がなくても構いません。アンテナの有無でグラフの様子が変わるのはケーブル端の位置だけです。 ✓(OK)キーで測定を開始します。測定にはおおよそ1分ほど掛かります。左右の矢印キーでケーブル位置 (△カーソル) を、上下キーで左右キーの感度 (m/ステップ) を変えられます。右上のバーグラフ全体が最大計測長を、塗り潰し部分がグラフに相当しています。

6 (Save) キーを押すと新しい測定を開始し、データは100メモリースロットの1つに保存されます。 9 キーでデータを呼出せます。 F と 9 キーの二重押しでメモリー名などの編集を行えます。 0 (Data)キーを押すとデータ画面が開き、カーソル位置のステップ・インパルス応答および予測インピーダンスZの数値が表示されます 1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

補足 6
校　正

　RigExpert AA-230 ZOOM は校正しなくても精度の高い測定ができるのだが、「開放-短絡-負荷」法による校正を行えばより精度の高い測定ができるようになります。

校正に使われる3つの基準「開放-短絡-負荷」は高精度でなければなりません。特に100MHz以上ではこの要件が重要になってきます。通常、負荷として高精度の５０Ω抵抗が用いられます。3つの基準「開放-短絡-負荷」が接続されるところを基準面と呼んでいます。もし、アナライザーから離れた伝送路端で較正が行われると、アナライザーはアンテナなど被測定物の測定結果から伝送路の影響を差し引いた、より真値に近い負荷パラメータを表示します。

「開放-短絡-負荷」法による校正を行うには、メインメニューで校正を選択するか、 F と 2 キーを二重押しします。

画面の説明に従って、アナライザー端子面での「開放-短絡-負荷」法による校正を行います。

ケーブルの遠方端で校正を行えばケーブルの影響をキャンセルできます。

校正結果を適用するには、 F と 2 キーを二重押しします。 画面左下に"CAL" マークが表示される場合は校正値が適用されている状態です。